

(10)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-280083

(43)公開日 平成10年(1998)10月20日

(51) Int.Cl.  
 C 22 C 33/02  
 B 22 F 1/00  
 9/08

識別記号

P 1  
 C 22 C 33/02  
 B 22 F 1/00  
 9/08

B  
 V  
 A

審査請求 未請求 請求項の数6 O.L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平9-89257

(22)出願日 平成9年(1997)4月8日

(71)出願人 000001258  
 川崎製鉄株式会社  
 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28  
 号  
 (71)出願人 000006264  
 三菱マテリアル株式会社  
 東京都千代田区大手町1丁目5番1号  
 (72)発明者 上ノ瀬 聰  
 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製  
 鉄株式会社技術研究所内  
 (74)代理人 代理上 小林 英一

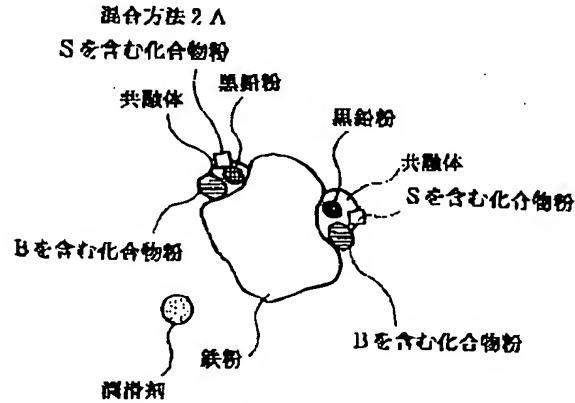
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 粉末冶金用鉄基混合粉

## (57)【要約】

【課題】 従来より一層優れた切削性および摺動特性を発揮する焼結体、および合金元素を含有し高強度で焼結後の矯正が可能な切削性および摺動特性に優れた焼結体の製造が可能な粉末冶金用混合粉を提供する。

【解決手段】 重量%で、Mn:0.05~0.40%を含有し残部Feおよび不可避的不純物からなるアトマイズ鉄粉に、硼酸( $H_3BO_3$ )、酸化硼素( $B_2O_3$ )、窒化硼素(BN)等のBを含む化合物粉をB換算で0.001~0.3%と、S、FeS、MnS等のSを含む化合物粉と、あるいは黒鉛粉末、または黒鉛粉末およびCu粉末とを添加、混合して鉄基混合粉とする。鉄粉には、Ni、Mo、Cuを部分合金化、あるいはNi、Moを予合金化して添加してもよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鉄粉と、Bを含む化合物粉と、Sを含む化合物粉と、あるいはさらに黒鉛粉、または黒鉛粉および潤滑剤とを混合した粉末冶金用鉄基混合粉であって、前記Bを含む化合物粉が1種以上のBを含む化合物粉からなり、また前記Sを含む化合物粉が1種以上のSを含む化合物粉からなり、前記Bを含む化合物粉を、前記鉄粉と前記Bを含む化合物粉と前記Sを含む化合物粉とあるいはさらに前記黒鉛粉との合計量に対し重量%で、B換算で0.001～0.3%、さらに前記Sを含む化合物粉を、前記鉄粉と前記Bを含む化合物粉と前記Sを含む化合物粉とあるいはさらに前記黒鉛粉との合計量に対し重量%で、S換算で0.03～0.3%混合したことを特徴とする粉末冶金用鉄基混合粉。

【請求項2】 鉄粉と、Bを含む化合物粉と、Sを含む化合物粉と、銅粉と、あるいはさらに黒鉛粉、または黒鉛粉および潤滑剤とを混合した粉末冶金用鉄基混合粉であって、前記Bを含む化合物粉が1種以上のBを含む化合物粉からなり、また前記Sを含む化合物粉が1種以上のSを含む化合物粉からなり、前記Bを含む化合物粉を、前記鉄粉と前記Bを含む化合物粉と前記Sを含む化合物粉と前記銅粉と前記黒鉛粉との合計量に対し重量%で、B換算で0.001～0.3%、前記Sを含む化合物粉を、前記鉄粉と前記Bを含む化合物粉と前記Sを含む化合物粉とあるいはさらに前記黒鉛粉との合計量に対し重量%で、S換算で0.03～0.3%、および前記銅粉を1%以下混合したことを特徴とする粉末冶金用鉄基混合粉。

【請求項3】 前記鉄粉が、重量%で、Mn: 0.05～0.40%を含有し残部Feおよび不可避的不純物からなるアトマイズ鉄粉であることを特徴とする請求項1または2記載の鉄基混合粉。

【請求項4】 前記鉄粉が、重量%で、Mn: 0.05～0.40%を含み、さらにNi: 0.5～7.0%、Mo: 0.05～6.0%の中から選ばれた1種または2種を含有し残部Feおよび不可避的不純物からなるアトマイズ鉄粉であることを特徴とする請求項1記載の鉄基混合粉。

【請求項5】 前記鉄粉が、重量%で、Mn: 0.05～0.40%を含有し残部Feおよび不可避的不純物からなるアトマイズ鉄粉に、重量%で、Ni: 0.5～7.0%、Cu: 0.5～7.0%およびMo: 0.05～3.5%の中から選ばれた1種または2種以上が部分合金化されてなる鉄粉であることを特徴とする請求項1記載の鉄基混合粉。

【請求項6】 前記鉄粉が、該表面に前記Bを含む化合物粉および前記Sを含む化合物粉を付着させた鉄粉であることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の鉄基混合粉。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、粉末冶金用鉄基混合粉に關し、とくに焼結体としても優れた切削性、摺動

特性を發揮し、またNi、Mo、Cu等を含有する場合でも焼結のままで焼止可能な粉末冶金用鉄基混合粉に關する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、粉末冶金は、金属粉を金型内で加圧して成形体としたのち、焼結して機械部品等を製造する技術である。例えば、金属粉に鉄粉を用いる場合には、鉄粉にCu粉、黒鉛粉等を混合し、成形、焼結を行い、通常5.0～7.2 g/cm<sup>3</sup>程度の密度を有する焼結体にする。このような粉末冶金法を利用すれば、かなり複雑な形状の機械部品を小法精度良く製造できる。しかし、さらに寸法精度の厳しい機械部品を製造する場合には、焼結体に、さらに、切削あるいはドリル孔開け等の機械加工を施すことがある。

【0003】 また、焼結体は、一般に切削性が劣るので、溶製材（例えば、連続鋳造で製造した鋳片を圧延して得た材料）を切削する場合に比べると、切削に使用する工具の寿命が短くなる。そのため、機械加工時のコストが高くなるという問題が生じる。焼結体の切削性が低い原因は、焼結体に含まれる気孔にある。気孔によって、切削が断続的になったり、あるいは、焼結体の熱伝導率が低下して、切削部の温度が上昇するためである。

【0004】 そこで、焼結体の切削性を改善するため、従来は、SやMnSを鉄粉に混合する場合が多かった。これらSやMnSは、切り屑の破断を容易にしたり、あるいは工具すぐい面にSやMnSの薄膜を形成し、該薄膜が切削時に潤滑作用を發揮するからである。例えば、特公平3-25481号公報には、Mnを0.1～0.5wt%とさらにSi、Cなどを含有する鉄に、さらにSを0.03～0.07wt%添加した溶鋼を、水または気体でアトマイズして製造する粉末冶金用鉄粉が提案されている。しかしながら、この鉄粉を用いて製造した焼結体の切削性は、従来の鉄粉で製造した焼結体の2倍弱程度しか向上しておらず、より一層の改良が要望されていた。

【0005】 また、特開平7-233401号公報、特開平7-233402号公報には、S、Cr、Mnを含むアトマイズ鋼粉が提案されているが、この鋼粉を焼結すると、焼結体の気孔内に黒鉛が残留し、同時にMnSが鉄粒子内に析出し、焼結体の切削性が飛躍的に増加するとされている。なお、この黒鉛の残留は、焼結中に、CrとSが鉄粒子内の黒鉛の拡散を抑制するために生ずると考えられている。

【0006】 しかしながら、このような鋼粉であっても、焼結時の雰囲気ガス中にH<sub>2</sub>が含まれると、その焼結体の切削性、耐摩耗性が低下するという問題があり、さらなる改良が熱望されていた。さらに、特開平8-176604号公報には、B: 0.001～0.03wt%、Cr: 0.02～0.07wt%、Mn: 0.1wt%未満、S、Sc、Teの1種以上を合計で0.03～0.15wt%を含有する鉄粉を焼結することにより、一層残留黒鉛量が増加し、切削性が向上することが開示されている。しかしながら、特開平8-176604号公報に開示された技術では、残留する黒鉛量は最高で0.12wt%程

(3)

特開平10-280083

度であり、さらに多量の黒鉛量を焼結体中に残留させることができる鉄粉が望まれていた。

【0007】一方、高強度や高疲労特性が要求される自動車部品としてのギヤを粉末冶金法で製造する場合には、強度および疲労特性を向上させるために、合金元素を添加する方法が一般的である。例えば、特公昭45-9649号公報では、純鉄粉に合金成分としてNi、Cu、Moなどの粉末を拡散付着させることにより添加している。この製法による鉄粉は圧縮性および焼結体の強度に優れていが、その焼結体の硬度が高いため、焼結後の矯正がほとんど不可能でかつ切削性が悪いという問題があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記した従来技術の問題に鑑み、従来より一層優れた切削性および摺動特性を発揮する焼結体、および合金元素を含有し高強度で焼結後の矯正が可能な切削性および摺動特性に優れた焼結体、の製造が可能な粉末冶金用混合粉を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、特開平8-176604号公報に記載されたことを参考に、焼結体の切削性および摺動特性をさらに一層向上させるため、鋭意検討した。その結果、Bを含有する鉄粉は、Bの形態分析から、鉄粉中のBのはば100%が鉄粉表面にほう酸として偏析しているという新規な知見を得た。そこで、鉄粉に、ほう酸粉末、S粉末、黒鉛粉末および潤滑剤を添加・混合し、成形、焼結して焼結体を作製したところ、Bを含有する鉄粉と黒鉛粉末および潤滑剤からなる成形体を焼結した場合に比べ、得られた焼結体中の遊離黒鉛量が増加するという新しい知見を得た。また、遊離黒鉛量が1wt%を超えると摺動特性が格段に向上するという知見も得ている。

【0010】また、本発明者らは、偏析防止処理を施し、Bを含む化合物およびSを含む化合物を鉄粉表面上に付着させるとさらに特性が向上するという知見を得た。本発明は、上記した知見に基づいて構成されたものである。すなわち、本発明は、鉄粉と、Bを含む化合物粉と、Sを含む化合物粉と、あるいはさらに黒鉛粉、または黒鉛粉および潤滑剤とを混合した粉末冶金用鉄基混合粉であって、前記Bを含む化合物粉が1種以上のBを含む化合物粉からなり、また前記Sを含む化合物粉が1種以上のSを含む化合物粉からなり、前記Bを含む化合物粉を、前記鉄粉と前記Bを含む化合物粉と前記Sを含む化合物粉とあるいはさらに前記黒鉛粉との合計量に対し重量%で、B換算で0.001~0.3%、前記Sを含む化合物粉を、前記鉄粉と前記Bを含む化合物粉と前記Sを含む化合物粉とあるいはさらに前記黒鉛粉との合計量に対し重量%で、S換算で0.03~0.3%、および前記鉄粉を4%以下混合したことを特徴とする粉末冶金用鉄基混合粉であり、前記鉄粉を、重量%で、Mn:0.05~0.40%を含有し残部Feおよび不可避的不純物からなるアトマイズ鉄粉とするのが好ましい。

【0011】また、本発明では、前記鉄粉を、重量%

で、Mn:0.05~0.40%を含有し残部Feおよび不可避的不純物からなるアトマイズ鉄粉とするのが好ましい。また、前記鉄粉を、重量%で、Mn:0.05~0.40%を含み、さらにNi:0.5~7.0%、Mo:0.05~6.0%の中から選ばれた1種または2種を含有し残部Feおよび不可避的不純物からなるアトマイズ鉄粉としてもよく、また、前記鉄粉を、重量%で、Mn:0.05~0.40%を含有し残部Feおよび不可避的不純物からなるアトマイズ鉄粉に、重量%で、Ni:0.5~7.0%、Cu:0.5~7.0%およびMo:0.05~3.5%の中から選ばれた1種または2種以上が部分合金化されてなる鉄粉としてもよい。

【0012】また、本発明は、鉄粉と、Bを含む化合物粉と、Sを含む化合物粉と、鋼粉と、あるいはさらに黒鉛粉、または黒鉛粉および潤滑剤とを混合した粉末冶金用鉄基混合粉であって、前記Bを含む化合物粉が1種以上のBを含む化合物粉からなり、また前記Sを含む化合物粉が1種以上のSを含む化合物粉からなり、前記Bを含む化合物粉を、前記鉄粉と前記Bを含む化合物粉と前記Sを含む化合物粉と前記鉄粉と前記黒鉛粉との合計量に対し重量%で、B換算で0.001~0.3%、前記Sを含む化合物粉を、前記鉄粉と前記Bを含む化合物粉と前記Sを含む化合物粉とあるいはさらに前記黒鉛粉との合計量に対し重量%で、S換算で0.03~0.3%、および前記鉄粉を4%以下混合したことを特徴とする粉末冶金用鉄基混合粉であり、前記鉄粉を、重量%で、Mn:0.05~0.40%を含有し残部Feおよび不可避的不純物からなるアトマイズ鉄粉とするのが好ましい。

【0013】また、本発明では、前記鉄粉が、該表面に前記Bを含む化合物粉および前記Sを含む化合物粉を付着させた鉄粉としてもよい。また、本発明は、鉄粉に、Bを含む化合物粉と、Sを含む化合物粉と、あるいはさらに黒鉛粉、または黒鉛粉および潤滑剤または必要に応じ鉄粉を混合し、混合粉とする工程と、該混合粉を加圧成形しH粉体とする工程と、該H粉体を焼結する工程とを順次施してなる焼結体の製造方法であって、前記Bを含む化合物粉が1種以上のBを含む化合物粉からなり、前記Bを含む化合物粉を、前記鉄粉と前記Bを含む化合物粉と前記Sを含む化合物粉と前記H粉体との合計量に対し重量%で、B換算で0.001~0.3%、さらに前記Sを含む化合物粉を、前記鉄粉と前記Bを含む化合物粉と前記Sを含む化合物粉と前記黒鉛粉と前記鉄粉との合計量に対し重量%で、S換算で0.03~0.3%混合したことを特徴とする焼結体の製造方法である。

【0014】また、本発明は、鉄粉に、Bを含む化合物粉と、あるいはさらに黒鉛粉および必要に応じ鉄粉を混合し、混合粉とする工程と、該混合粉に潤滑剤を添加し、さらに混合する工程と、ついで、加工成形しH粉体とする工程と、該H粉体を焼結する工程とを順次施してなる焼結体の製造方法であって、前記鉄粉は、前記Bを含む化合物粉が1種以上のBを含む化合物粉からなり、

前記Bを含む化合物粉を、前記鉄粉と前記Bを含む化合物粉と前記黒鉛粉と前記銅粉の合計量に対し重量%で、B換算で0.001～0.3%、さらにさらに前記Sを含む化合物粉を、前記鉄粉と前記Bを含む化合物粉と前記Sを含む化合物粉と前記黒鉛粉と前記銅粉の合計量に対し重量%で、S換算で0.03～0.3%混合し、前記混合粉とする工程が、前記鉄粉に常温で液体の脂肪酸を加えて混合する一次混合工程と、ついで前記一次混合粉に、Bを含む化合物粉とSを含む化合物粉と黒鉛粉と必要に応じ添加する銅粉と金属石鹼とを加え混合する二次混合工程と、二次混合中あるいは二次混合後界温して、脂肪酸と金属石鹼との共溶融物を生成させ混合する一次混合工程と、該三次混合工程後の冷却時に金属石鹼またはワックスを加え混合する四次混合工程とを順次施して混合粉としてもよい。

【0015】また、本発明では、前記二次混合工程に代わり、前記一次混合粉に、Bを含む化合物粉とSを含む化合物粉と金属石鹼とを加え混合する工程とし、前記四次混合工程に代わり、前記三次混合工程後の冷却時に黒鉛粉と必要に応じ添加する銅粉と、金属石鹼またはワックスを加え混合する工程としてもよい。また、本発明では、前記混合粉とする工程が、鉄粉に、Bを含む化合物粉、Sを含む化合物粉、黒鉛粉と、必要に応じ添加する銅粉と融点の異なる2種以上のワックスを加え混合する一次混合工程と、一次混合中あるいは一次混合後に界温してワックスの部分溶融物を生成させ、ついで混合する二次混合工程と、ついで、冷却し、部分溶融物を冷却固定させ、鉄粉粒子の表面に、少なくともBを含む化合物粉を固定させ、さらに冷却時に金属石鹼またはワックスを加え混合する二次混合工程とからなる工程としてもよい。また、本発明では、前記一次混合工程に代わり、鉄粉に、Bを含む化合物粉とSを含む化合物粉と融点の異なる2種以上のワックスを加え混合する工程とし、前記三次混合工程に代わり、冷却時に黒鉛粉と必要に応じ添加する銅粉と、金属石鹼またはワックスを加え混合する工程としてもよい。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】本発明の鉄基混合粉は、鉄粉と、Bを含む化合物粉と、Sを含む化合物粉と、あるいはさらに黒鉛粉、または黒鉛粉および潤滑剤と、さらに必要に応じ銅粉とを、混合したものである。本発明の混合粉を用いた焼結体では、正確なメカニズムは不明であるが、S、FeS、MnS等のSを含む化合物中のSと、Bを含む化合物中に含まれるBとの相互作用により遊離黒鉛が生成しやすくなると考えられる。これは、S含有量の低い純鉄粉 (S=0.02wt%程度)と、Bを含む化合物と混合して焼結体を作製しても焼結体中に遊離黒鉛の生成は認められないことからも推察できる。Sを含む化合物粉とBを含む化合物粉の混合量を本発明の範囲に限定すれば、鉄粉にNi、Cu、Mo等を部分合金化により、あるいは

はNi、Moを予合金化により添加しても、遊離黒鉛が生成しやすくなる効果は変わらない。この遊離黒鉛が、焼結体の切削性を向上させ、さらに、遊離黒鉛の自己潤滑作用で焼結体の摺動特性をも向上させる。

【0017】すなわち、本発明では、切削性、摺動特性の更なる向上のために、鉄粉と、Bを含む化合物粉と、Sを含む化合物粉と、あるいはさらに黒鉛粉、または黒鉛粉および潤滑剤とさらに必要に応じ銅粉とを混合して、焼結体を作製することが肝要なのである。つぎに、本発明の限定理由を説明する。

【0018】鉄粉は、重量%で、好ましくはMn:0.05～0.40%を含有し残部Feおよび不可避的不純物からなるアトマイズ鉄粉とするのが好ましい。

鉄粉中のMn含有量:0.05～0.40%

Mnは、焼結体内の遊離黒鉛量を減少させる元素である。このため、Mnを0.40%以上含有させると、焼結体の遊離黒鉛量が少くなり、焼結体の切削性、摺動特性が低下する。また、Mnはできるだけ低減するのが望ましいが、溶鋼成分の調整段階でMn量の低減のために要する精錬コストと焼結体の切削性の兼ね合いからMnの下限は0.05%とする。なお、好ましい範囲は0.07～0.15%である。

【0019】さらに、必要に応じ、アトマイズ鉄粉中には、Ni:0.5～7.0%、およびMo:0.05～6.0%の中から選ばれた1種または2種を添加してもよい。Ni、Moは、焼結体の強度を高めるために予合金化して添加してもよい。Niが0.5%未満、Moが0.05%未満では、焼結体の強度の向上が認められない。また、Niが7.0%、Moが6.0%を超えると焼結体の切削性が急激に低下するとともに、矯正が困難となるため、予合金化する場合には、Niは0.5～7.0%、Moは0.05～6.0%の範囲に限定した。

【0020】アトマイズ鉄粉は、上記した範囲の所定の組成に調整した溶鋼を高圧水で噴霧した生粉を乾燥し、さらに還元処理を施し、粉体分級して製造される。乾燥、還元処理は通常の条件でよく、とくに限定しない。さらに、必要に応じ、Mn:0.05～0.40%を含有し残部Feおよび不可避的不純物からなるアトマイズ鉄粉に、重量%で、Ni:0.5～7.0%、Cu:0.5～7.0%およびMo:0.05～3.5%の中から選ばれた1種または2種以上を部分合金化させて添加してもよい。

【0021】また、Ni、Cu、Moは、アトマイズ鉄粉に、Ni、Cu、Mo粉あるいはMoO<sub>3</sub>粉を混合し、熱処理により拡散付着させて部分合金化させて添加するのが好ましい。Ni、Cu、Moは、焼結体の強度を高めるために添加するが、部分合金化させて添加する場合には、Ni:0.5～7.0%、Cu:0.5～7.0%およびMo:0.05～3.5%の中から選ばれた1種または2種以上を添加する。各元素が下限未満では、焼結体の強度向上が認められず、上限を超えると焼結体の切削性が急激に低下するとともに、焼結

体の矯正が困難となる。

【0022】光輝焼入れ、浸炭熱処理後は遊離黒鉛が一部鉄粒子内に再固溶しベイナイト、マルテンサイトを主体とする組織となり高強度が得られる。

Bを含む化合物粉の配合量：B換算で0.001～0.3%  
Bを含む化合物粉の配合量は、鉄粉とBを含む化合物粉とSを含む化合物粉とあるいはさらに、黒鉛粉および必要に応じ添加される銅粉との合計量に対する重量%で、B換算で0.001～0.3%とする。

【0023】Bを含む化合物粉としては、Bの酸化物、Bの窒化物、ほう戻塩等が好適である。なかでも、 $B_2O_3$ 、 $Li_2BO_3$ 、ほう酸アンモニウム、六方晶BNが好ましい。これらBを含む化合物粉を1種以上混合して配合するのが好ましい。Bを含む化合物粉を1種以上B換算で0.001%以上配合すると、焼結体中の遊離黒鉛量の増加が著しくなり、焼結体の切削性、摺動特性が一段と向上する。一方、Bを含む化合物粉の配合量が、B換算で、0.3%を超えると圧縮性が低下する。このため、配合するBを含む化合物粉量はB換算で0.001～0.3%の範囲に限定した。

【0024】Sを含む化合物粉の配合量：S換算で0.03～0.3%

Sを含む化合物粉の配合量は、鉄粉とBを含む化合物粉とSを含む化合物粉とあるいはさらに黒鉛粉および必要に応じ添加される銅粉との合計量に対する重量%で、S換算で0.03～0.3%とする。Sを含む化合物は、焼結体内の遊離黒鉛量を増加させる効果を有している。Sを含む化合物粉の配合量がS換算で0.03%未満では残留黒鉛量の増加効果が認められない。一方、0.3%を超えると、焼結時に「す」を発生し、製品である機械部品が鋲やすくなる。このため、Sを含む化合物粉の配合量はS換算で0.03～0.3%に限定した。

【0025】黒鉛粉の配合量：0.5～3.0%

黒鉛粉の配合量は、鉄粉、Bを含む化合物粉、Sを含む化合物粉、黒鉛粉および必要に応じ添加される銅粉との合計量に対する重量%で、0.5～3.0%が好ましい。黒鉛粉末は摺動特性と切削性向上のために焼結後気孔に黒鉛を残留させる黒鉛源として、また鉄中に固溶せしめさらに強度を高めるために添加する。0.5%未満では、摺動特性と強度が低下し、一方、3.0%を超えるとパーティ比率が増加し切削性が低下する。

【0026】銅粉の配合量：1%以下

銅粉(Cu粉)の配合量は、鉄粉、Bを含む化合物粉、Sを含む化合物粉、黒鉛粉および銅粉との合計量に対する重量%で、4%以下とするのが好ましい。Cu粉は、切削性を低下させないで強度を高めるために必要に応じ添加する。4%を超えると切削性が低下する。なお、好ましくは1%以上配合する。

【0027】ついで、上記した鉄粉、Bを含む化合物粉、黒鉛粉と、Sを含む化合物粉と、必要に応じ添加す

る銅粉との合計量100重量部に対し、好ましくは潤滑剤2.0重量部以下を加え、Vブレンダ等の通常の方法で1度に混合するのが好ましい。潤滑剤としてはステアリン酸亜鉛、オレイン酸、ステアリン酸アミドとエチレンビスマスステアリン酸アミドの混合物、ステアリン酸リチウム等が好適である。

【0028】また、上記した鉄粉、Bを含む化合物粉、Sを含む化合物粉をVブレンダ等の通常の方法で混合した混合粉末に、黒鉛粉、潤滑剤と必要に応じ添加する銅粉とをVブレンダ等の通常の方法で混合する、2回以上に分けて混合する方法でもよい。また、偏析防止処理を行い、Bを含む化合物粉、Sを含む化合物粉を鉄粉表面に付着させるように混合してもよい。この混合方法は、以下に示すように行うのがよい。

【0029】上記した鉄粉に、常温で液体の脂肪酸を加えて1次混合し、ついでBを含む化合物粉、Sを含む化合物粉、黒鉛粉と、必要に応じ添加する銅粉と金属石鹼とを加え2次混合し、2次混合中あるいは2次混合後に昇温して脂肪酸と金属石鹼との共溶融物を生成させ、ついで3次混合させながら冷却し、共溶融物を冷却固着させ、共溶融物の結合力により鉄粉粒子の表面に、少なくともBを含む化合物粉とSを含む化合物粉を固着させ、さらに冷却時に金属石鹼またはワックスを加え4次混合を行うのがよい。この偏析防止処理により、Bを含む化合物粉とSを含む化合物粉を鉄粉表面に固着させた鉄粉とができる。これにより、焼結体の遊離黒鉛生成量がVブレンダを用いた単純混合法に比べ増加する。

【0030】また、上記工程のうち、2次混合時にBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と金属石鹼とを加え、4次混合時に黒鉛粉と、必要に応じ添加する銅粉と金属石鹼またはワックスを加えるように、上記工程を一部変更してもよい。また、上記した鉄粉に、Bを含む化合物粉、Sを含む化合物粉、黒鉛粉と、必要に応じ添加する銅粉と融点の異なる2種以上のワックスを加え1次混合し、1次混合中あるいは1次混合後に昇温してワックスの部分溶融物を生成させ、ついで2次混合しながら冷却し、部分溶融物を冷却固着させ、部分溶融物の結合力により鉄粉粒子の表面に、少なくともBを含む化合物粉とSを含む化合物粉を固着させ、さらに冷却時に金属石鹼またはワックスを加え3次混合を行ってもよい。また、上記工程のうち、1次混合時に鉄粉にBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と融点の異なる2種以上のワックスを加え、冷却時に黒鉛粉と必要に応じ添加する銅粉と、金属石鹼またはワックスを加える3次混合を行うように、上記工程を一部変更してもよい。

【0031】混合後、所定の圧粉密度となるように加压成形し、焼結して焼結体を製造するのが好ましい。

【0032】

【実施例】

(実施例1) 表1に示すMnを含有し残部Feおよび不可避的不純物からなる組成のアトマイズ鉄粉に、Bを含む化合物粉、Sを含む化合物粉、黒鉛粉、Cu粉、潤滑剤を、次に示す混合方法1～5により混合粉とした。(なお、Bを含む化合物粉、Sを含む化合物粉、黒鉛粉およびCu粉の配合量は、鉄粉とBを含む化合物粉、Sを含む化合物粉、黒鉛粉およびCu粉の合計量に対する重量%で示す。)

## 混合方法1:

①これらアトマイズ鉄粉に、Bを含む化合物粉として、表1に示す量のほう酸(II<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)、酸化硼素(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、ほう酸アンモウム粉末、六方晶窒化硼素(BN)の1種以上と、Sを含む化合物粉として、表1に示す量のS粉、FeS粉、MnS粉の1種以上と、黒鉛粉1.5 wt%およびCu粉2.0wt%と、これらの合計量100重量部に対しステアリン酸亜鉛1重量部を加え、Vブレンダで15分間混合し混合粉とした。

## 【0033】混合方法2:

①これらアトマイズ鉄粉に、オレイン酸0.3wt%をスプレー噴霧し3min間均一混合し、  
②その後、表1に示す量のBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と、黒鉛粉1.5 wt%およびCu粉2.0wt%と、これらの合計量100重量部に対しステアリン酸亜鉛0.4重量部とを添加して十分混合したのち110°Cで加熱混合し。

③さらに混合しながら85°C以下に冷却して、鉄粉粒子に黒鉛とBを含む化合物をオレイン酸とステアリン酸亜鉛の共融体結合剤により固着した混合粉とした。

【0034】④さらに、この混合粉に、ステアリン酸亜鉛を、鉄粉とオレイン酸とBを含む化合物粉と黒鉛粉と銅粉の合計量100重量部に対し、0.3重量部添加し、均一混合した。

## 混合方法3:

①アトマイズ鉄粉に、表1に示す量のBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と、黒鉛粉1.5 wt%と、Cu粉2.0wt%と、ステアリン酸アミドとエチレンビスステアリン酸アミドとの混合物0.4wt%とを添加し十分混合したのち110°Cで加熱混合し、  
②さらに混合しながら85°C以下に冷却して、鉄粉粒子に黒鉛とBを含む化合物をステアリン酸アミドとエチレンビスステアリン酸アミドとの部分共融体結合剤により固着した混合粉とした。

【0035】③この混合粉に、ステアリン酸亜鉛を、鉄粉とBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と黒鉛粉とCu粉とステアリン酸アミドとエチレンビスステアリン酸アミドとの混合物との合計量100重量部に対し、0.3重量部を添加して均一混合した。

## 混合方法4:

①アトマイズ鉄粉に、オレイン酸0.3wt%をスプレー噴

霧し3min間均一混合し、

②その後、表1に示す量のBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と、ステアリン酸亜鉛を、鉄粉とオレイン酸と黒鉛粉とCu粉との合計量100重量部に対し0.4重量部、添加して十分混合したのち110°Cで加熱混合し、  
③さらに混合しながら85°C以下に冷却して、鉄粉粒子にBを含む化合物をオレイン酸とステアリン酸亜鉛の共融体結合剤により固着した混合粉とした。

【0036】④この混合粉に黒鉛粉を1.5wt%と、Cu粉を2.0wt%と、ステアリン酸亜鉛を、鉄粉とBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と黒鉛粉とCu粉とオレイン酸との合計量100重量部に対し、0.3重量部とを添加し均一混合した。

## 混合方法5:

①アトマイズ鉄粉に、表1に示す量のBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と、ステアリン酸アミドとエチレンビスステアリン酸アミドとの混合物0.4wt%とを添加し十分混合したのち110°Cで加熱混合し、  
②さらに混合しながら85°C以下に冷却して、Bを含む化合物粉をステアリン酸アミドとエチレンビスステアリン酸アミドとの部分共融体結合剤により固着した混合粉とした。

【0037】③この混合粉に、黒鉛粉を1.5wt%と、Cu粉を2.0wt%と、ステアリン酸亜鉛を、鉄粉とBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と、ステアリン酸アミドとエチレンビスステアリン酸アミドとの混合物と、黒鉛粉とCu粉との合計量100重量部に対し0.3重量部、添加して均一混合した。これらの混合粉を加圧成形し成形体とした。

【0038】圧縮性は、上記した混合粉を5ton/cm<sup>2</sup>で10φ×10mmの円柱状の成形体に成形し、その密度で評価した。密度が大きいほど圧縮性はよい。遊離黒鉛量及び切削性は、密度0.85g/cm<sup>3</sup>になるように加圧して、円柱状の成形体とし、その成形体を、水素10体積%を含む窒素雰囲気中で1130°C×20minの焼結処理により得た焼結体を用いて評価した。

【0039】得られた焼結体内の遊離黒鉛量は、焼結体の1部(試料)を硝酸で溶解し、残渣をガラスフィルタで通過して得た汎液から、赤外線吸収法で求めた。また、切削性は、外径60mm、高さ10mmの円柱状の焼結体を用い、直徑2mmのハイス製ドリルを、10000rpm、0.012mm/revの条件で回転させ、試験片に多数の孔を開け、ドリルが穿孔不能になるまでに開けた孔の平均個数(ドリル3本の平均値)を求め、その数値で評価した。その数値が大きいほど切削性がよいとした。

【0040】これらの結果を表1に示す。

## 【0041】

## 【表1】

焼結体 No.	アトマイズ まま鉄粉組成 (wt%)	混合物粉組成 (wt%)								成形体 密度 kg/m <sup>3</sup>	遊離黒 鉛量 wt%	切削性 個	混合 方法	備考					
		B含有化合物 (B換算)				S含有化合物 (S換算)													
		Mn	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ほう酸 アンモニア	BN	S	MnS	MnS										
1	0.08	—	—	0.01	—	0.07	—	—	—	6.80	0.50	300	1	本発明例					
2	0.12	—	—	0.05	—	—	0.02	—	0.05	8.81	1.20	510	1	本発明例					
3	0.25	—	—	—	0.10	0.10	—	—	—	6.80	1.25	500	1	本発明例					
4	0.15	0.20	—	—	—	—	0.30	—	—	8.80	1.10	480	1	本発明例					
5	0.12	0.07	—	—	0.08	—	—	0.15	0.81	1.20	505	1	本発明例						
6	0.10	0.50	—	—	—	—	—	—	—	6.52	1.20	500	1	比較例					
7	0.42	—	0.03	—	—	—	0.06	—	6.83	0.28	82	1	比較例						
8	0.10	—	0.005	—	—	—	—	—	—	6.80	0.05	70	1	比較例					
9	0.15	—	—	—	—	0.01	—	—	—	6.84	0.03	40	1	比較例					
10	0.12	0.07	—	—	0.08	—	—	0.15	6.83	1.31	560	2	本発明例						
11	0.12	0.07	—	—	0.08	—	—	0.15	6.82	1.30	570	3	本発明例						
12	0.12	0.07	—	—	0.08	—	—	0.15	6.81	1.32	580	4	本発明例						
13	0.12	0.07	—	—	0.08	—	—	0.15	6.82	1.30	560	5	本発明例						

【0042】表1より、本発明の粉末冶金用鉄基混合粉で製造した焼結体(No.1～No.5、No.10～13)は、切削性が大幅に向上了した。これに対し、Sを含む化合物粉の配合がなく、Bを含む化合物粉の配合量が本発明範囲を超える焼結体No.6では、切削性の劣化は少ないが光緑性が低下している。また、Sを含む化合物粉の配合がなく、Bを含む化合物粉の配合量が低い焼結体No.8、Sを含む化合物粉の配合量が低い焼結体No.9、Mn量が高い焼結体No.7では、遊離黒鉛量が少なく切削性が低下している。また、Bを含む化合物粉の配合量が同じで、混合方法の異なる焼結体No.5、No.10～No.13を比較すると、偏析防止処理を行った焼結体No.10～No.13のほうか0.5に比べ遊離黒鉛量が多く、切削性が優れている。

(実施例2) 表2に示すS、Mnを含有する元粉となるアトマイズ鉄粉を製造した。

【0043】まず、所定組成に調整した溶鋼(溶鋼温度: 1630°C)を、水でアトマイズし、粉末とした。この粉末を窒素雰囲気中で140°C×60minの乾燥を行ってから、純水素雰囲気中で930°C×20minの還元処理を施した。冷却後、還元がから取り出し、粉碎、分級しアトマイズ鉄粉の元粉とした。これら元粉に、カーボニルNi粉、二酸化Mn粉、Cu粉を表2に示す組成となる割合で混合し、水素ガス中で875°C×60minの焼純を施し心粉表面に拡散付着させた合金鋼粉とした。(なお、表2中のNi、Mo、Cu含有量は鉄粉中の重量%で示す。)

これら合金鋼粉に、表2に示す量のBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と、黒鉛粉および潤滑剤を、つぎに示す混合方法1A～5Aにより混合粉とした。前記1～5の混合方法ではCu粉を混合したが、1A～5Aの混合方法ではCu粉を混合していない。(なお、Bを含む化合物

粉、Sを含む化合物粉、黒鉛粉の配合量は、合金鋼粉とBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と黒鉛粉の合計量に対する重量%で示す。)

#### 混合方法1A:

①これら合金鋼粉に、Bを含む化合物粉として、表2に示す量のはう酸(H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)、酸化硼素(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、ほう酸アンモニウム粉、六方晶空化硼素(BN)の1種以上と、Sを含む化合物粉として、表2に示す量のS粉、FeS粉、MnS粉の1種以上と、黒鉛粉1.5wt%と、これらの合計量100重量部に対しステアリン酸亜鉛1重量部を加えてVブレンダーで15min間混合し混合粉とした。

#### 【0044】混合方法2A:

①これら合金鋼粉に、オレイン酸0.3wt%をスプレー噴霧し3min間均一混合し、

②その後、表2に示す量のBを含む化合物粉と、表2に示す量のSを含む化合物粉と、黒鉛粉1.5wt%と、これらの合計量100重量部に対しステアリン酸亜鉛0.4重量部とを添加して十分混合したのち110°Cで加熱混合し、③さらに混合しながら85°C以下に冷却して、鉄粉粒子に黒鉛とほう酸(H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)をオレイン酸とステアリン酸亜鉛の共融体結合剤により固着した混合粉とした。

【0045】④さらに、この混合粉に、ステアリン酸亜鉛を、鉄粉とオレイン酸とBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と黒鉛粉との合計量100重量部に対し、0.3重量部添加し、均一混合した。

#### 混合方法3A:

①合金鋼粉に、表2に示す量のBを含む化合物粉と、表2に示す量のSを含む化合物粉と、黒鉛粉1.5wt%と、ステアリン酸アミドとエチレンビスステアリン酸アミドとの混合物0.4wt%とを添加し十分混合したのち110°C

で加熱混合し、

②さらに混合しながら85°C以下に冷却して、鉄粉粒子に黒鉛粉とBを含む化合物粉とSを含む化合物粉をステアリン酸アミドとエチレンビスステアリン酸アミドとの部分共融体結合剤により固着した混合粉とした。

【0046】③この混合粉に、ステアリン酸亜鉛を、鉄粉とBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と黒鉛粉とステアリン酸アミドとエチレンビスステアリン酸アミドとの混合物との合計量100重量部に対し、0.3重量部を添加して均一混合した。

#### 混合方法4A:

①合金鋼粉に、オレイン酸0.3wt%をスプレー噴霧し3min間均一混合し、

②その後、表2に示す量のBを含む化合物粉と、表2に示す量のSを含む化合物粉と、ステアリン酸亜鉛を、鉄粉とオレイン酸と黒鉛粉との合計量100重量部に対し0.4重量部添加して、十分混合したのち110°Cで加熱混合し、

③さらに混合しながら85°C以下に冷却して、鉄粉粒子にBを含む化合物粉とSを含む化合物粉をオレイン酸とステアリン酸亜鉛の共融体結合剤により固着した混合粉とした。

【0047】④この混合粉に黒鉛粉を1.5wt%と、ステアリン酸亜鉛を、鉄粉とBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と黒鉛粉とオレイン酸との合計量100重量部に対し、0.3重量部とを添加し均一混合した。

#### 混合方法5A:

①合金鋼粉に、表2に示す量のBを含む化合物粉と、表

2に示す量のSを含む化合物粉と、ステアリン酸アミドとエチレンビスステアリン酸アミドとの混合物0.4wt%とを添加し十分混合したのち110°Cで加熱混合し、

②さらに混合しながら85°C以下に冷却して、Bを含む化合物粉とSを含む化合物粉をステアリン酸アミドとエチレンビスステアリン酸アミドとの部分共融体結合剤により固着した混合粉とした。

【0048】③この混合粉に、黒鉛粉を1.5wt%と、ステアリン酸亜鉛を、鉄粉とステアリン酸アミドとエチレンビスステアリン酸アミドとの混合物と黒鉛粉とBを含む化合物粉とSを含む化合物粉との合計量100重量部に対し0.3重量部とを、添加して均一混合した。これら混合粉の混合状態を概念的に図1～図5に示す。図1は混合方法1A、図2は混合方法2A、図3は混合方法3A、図4は混合方法4A、図5は混合方法5Aの方法で混合した場合の混合状態を示す。

【0049】これらの混合粉を加圧成形し成形体とした。遊離黒鉛量及び切削性は、上記した混合粉を密度7.0g/cm<sup>3</sup>になるように加圧して、円柱状の成形体とし、水素10体積%を含む空素雰囲気中で1250°C×60minの焼結処理により得た焼結体を用いて実施例1と同様に評価した。さらに、焼結後の焼正の可否を調査した。また、焼結体をカーボンボテンシャル0.8%の雰囲気中で850°C×30min加熱したのち160°Cの油中に光輝焼入れし、光輝焼入れ後の引張強さを測定した。

【0050】これらの結果を表2に示す。

#### 【0051】

#### 【表2】

焼結体No.	抗張型合金鉄粉組成 (wt%)			混合物粉組成 (wt%)						遊離黒鉛量 wt%	切削性 個	焼正 可否	引張 強さ MPa	混合 方法	備考				
				B含有化合物 (B換算)			S含有化合物 (S換算)												
	Mn	Ni	Mo	Cu	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	はう酸 カバム	BN	S	FeS	MnS								
2-1	0.07	4.00	0.50	1.50	—	—	—	0.07	0.10	—	—	1.22	175	可	910 1A 本発明例				
2-2	0.05	4.00	0.50	1.50	0.10	—	—	—	—	0.15	—	1.20	165	可	950 1A 本発明例				
2-3	0.10	4.00	1.50	2.00	—	—	—	0.10	—	—	0.08	1.18	180	可	920 1A 本発明例				
2-4	0.15	4.00	0.50	1.50	—	—	0.20	—	0.20	—	—	1.20	180	可	940 1A 本発明例				
2-5	0.06	6.00	0.50	1.00	—	0.20	—	—	—	—	0.25	0.65	130	可	980 1A 本発明例				
2-6	0.07	2.00	1.00	—	0.02	—	—	—	—	0.07	—	0.80	135	可	900 1A 本発明例				
2-7	0.08	2.00	5.00	2.00	0.05	—	—	0.02	0.05	—	—	1.18	170	可	980 1A 本発明例				
2-8	0.43	4.00	0.50	1.50	—	0.02	—	—	—	0.05	—	0.06	5	否	1020 1A 比較例				
2-9	0.06	7.00	0.20	—	—	0.10	—	—	—	—	0.30	0.50	12	否	980 1A 比較例				
2-10	0.09	1.00	5.00	—	—	0.08	—	—	—	0.04	—	0.60	20	否	940 1A 比較例				
2-11	0.10	2.00	0.20	5.00	—	—	—	0.01	0.10	—	—	0.55	15	否	980 1A 比較例				
2-12	0.12	4.00	1.50	2.00	—	0.005	—	—	—	—	0.02	2	否	1050 1A 比較例					
2-13	0.15	2.00	1.00	—	—	—	—	—	0.02	—	0.03	3	否	1060 1A 比較例					
2-14	0.07	4.00	0.50	1.50	—	—	—	0.07	0.10	—	—	1.32	190	可	910 2A 本発明例				
2-15	0.07	4.00	0.50	1.50	—	—	—	0.07	0.10	—	—	1.33	195	可	910 3A 本発明例				
2-16	0.07	4.00	0.50	1.50	—	—	—	0.07	0.10	—	—	1.31	185	可	910 4A 本発明例				
2-17	0.07	4.00	0.50	1.50	—	—	—	0.07	0.10	—	—	1.30	200	可	910 5A 本発明例				

【0052】表2より、本発明の粉末冶金用鉄基混合粉

で製造した焼結体(No.2-1～No.2-7、No.2-14～No.2-17

7)は、遊離黒鉛量が0.5%以上あり、切削性の指標である工具寿命も130個以上と、切削性が大幅に向上了。また、Ni、Cu、Moの添加で光輝焼入れ後の引張強さも90 MPa以上と高強度を示している。また、焼結のままで矯正が可能である。また、Sを含む化合物粉の配合がなく、Bを含む化合物粉の配合量が少ない焼結体No.2-12、Bを含む化合物粉の配合がなく、Sを含む化合物粉の配合量が少ない焼結体No.2-13、Mn量が高い焼結体No.2-8では、遊離黒鉛量が少なく切削性が低下し、矯正が不可能であった。また、合金添加量が多い焼結体No.2-9、No.2-10、No.2-11は切削性が低下し、矯正が不可能となった。

【0053】また、Bを含む化合物粉の配合量およびSを含む化合物粉の配合量が同じで、混合方法の異なる焼結体No.2-1、No.2-14～No.2-17を比較すると、偏析防止処理を行った焼結体No.2-14～No.2-17のほうがNo.2-1に比べ遊離黒鉛量が多く、切削性が優れている。

(実施例3)表3に示すMn、Ni、Moを含有し残部Feおよび不可避的不純物からなる組成のアトマイズ鉄粉を製造した。

【0054】まず、所定組成に調整した溶鋼を、水でア

トマイズし、粉末とし、窒素雰囲気中で140°C×60minの乾燥を行ってから、純水素雰囲気中で930°C×20minの還元処理を施し、冷却後、還元から取り出し、粉碎、分級してアトマイズ鉄粉(合金鋼粉)とした。これら合金鋼粉に、表3に示す量のBを含む化合物粉と、表3に示す量のSを含む化合物粉と、黒鉛粉および潤滑剤を、実施例2に示す混合方法1A～5Aと同様の混合方法により混合粉とした。これらの混合粉を加圧成形し成形体とした。(なお、Bを含む化合物粉、Sを含む化合物粉、黒鉛粉の配合量は、鉄粉とBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と黒鉛粉の合計量に対する重量%で示す。)

遊離黒鉛量及び切削性は、上記した混合粉を密度7.0g/cm<sup>3</sup>になるように加圧して、円柱状の成形体とし、水素10体積%を含む窒素雰囲気中で1250°C×60minの焼結処理により得た焼結体を用いて実施例1と同様に評価した。

【0055】さらに、実施例2と同様に、焼結後の矯正の可否、および光輝焼入れ後の引張強さを測定した。これらの結果を表3に示す。

【0056】

【表3】

焼結体 No.	アトマイズ 合金鋼粉組成 (wt%)			混合物組成 (wt%)						遊離黒 鉛量 wt%	切削性 可否	矯正 強さ MPa	引張 強さ MPa	混合 方法	備考			
				B含有化合物 (B換算)			S含有化合物 (S換算)											
	Mn	Ni	Mo	Fe, Mn, B	Fe, B	Fe, S	Fe, S	Fe, Mn, S	Fe, Mn, S									
3-1	0.07	2.00	1.00	0.02	—	—	—	0.20	—	0.80	120	可	900	1A	本発明例			
3-2	0.05	2.00	0.50	—	—	—	0.12	—	0.08	—	1.18	160	可	910	1A	本発明例		
3-3	0.12	1.00	2.00	0.03	—	—	—	—	—	0.06	1.00	150	可	905	1A	本発明例		
3-4	0.15	—	0.50	—	—	0.05	—	0.15	—	—	1.10	140	可	915	1A	本発明例		
3-5	0.05	—	2.00	—	0.03	—	—	—	0.08	—	1.00	130	可	880	1A	本発明例		
3-6	0.20	—	3.00	0.25	—	—	0.01	0.25	—	—	1.15	150	可	900	1A	本発明例		
3-7	0.42	2.00	0.50	0.08	—	—	—	0.08	—	—	0.20	12	否	925	1A	比較例		
3-8	0.06	5.00	2.00	—	0.15	—	—	—	0.05	—	0.85	20	否	945	1A	比較例		
3-9	0.08	0.50	7.00	0.05	—	—	—	—	—	0.25	0.80	25	否	950	1A	比較例		
3-10	0.06	2.00	0.50	0.005	—	—	—	—	0.08	—	0.10	12	否	935	1A	比較例		
3-11	0.05	2.00	0.50	—	—	—	—	—	0.01	—	0.15	10	否	920	1A	比較例		
3-12	0.06	2.00	0.50	—	—	—	0.12	0.20	—	—	1.31	170	可	920	2A	本発明例		
3-13	0.06	2.00	0.50	—	—	—	0.12	0.20	—	—	1.32	165	可	930	3A	本発明例		
3-14	0.06	2.00	0.50	—	—	—	0.12	0.20	—	—	1.30	170	可	915	4A	本発明例		
3-15	0.06	2.00	0.50	—	—	—	0.12	0.20	—	—	1.32	170	可	920	5A	本発明例		

【0057】表3より、本発明の粉末冶金用鉄基混合粉で製造した焼結体(No.3-1～No.3-6、No.3-12～No.3-15)は、遊離黒鉛量が0.80%以上あり、切削性の指標である工具寿命も120個以上と、切削性が大幅に向上了。また、Ni、Cu、Moの添加で光輝焼入れ後の引張強さも89 MPa以上と高強度を示している。また、焼結のままで矯正が可能である。また、Bを含む化合物量の配合量が少ない焼結体No.3-10、Bを含む化合物粉の配合がなく、Sを含む化合物粉の配合量が低い焼結体No.3-11、Mn量

が高い焼結体No.3-7では、遊離黒鉛量が少なく切削性が著しく低下し、矯正が不可能となった。また、合金添加量が多い焼結体No.3-8～No.3-9は切削性が低下し、矯正が不可能となった。

【0058】また、配合量が同じで、混合方法の異なる焼結体No.3-2、No.3-12～No.3-15を比較すると、偏析防止処理を行った焼結体No.3-12～No.3-15のほうがNo.3-2に比べ遊離黒鉛量が多く、切削性が優れている。

(実施例4)表4に示すFeを含有し元粉となるアトマイ

ス鉄粉を製造した。

【0059】まず、所定組成に調整した溶鋼を、水でアトマイズし、粉末とし、液素雰囲気中で140°C×60minの乾燥を行ってから、純水素雰囲気中で930°C×20minの還元処理を施し、冷却後、還元炉から取り出し、粉碎、分級してトマイズ鉄粉の元粉とした。これら元粉に、カーボニルNi粉、三酸化Mo粉、Cu粉を表4に示す組成となる割合で混合し、水素ガス中で875°C×60minの焼純を施し元粉表面に拡散付着させた合金鋼粉とした。(なお、表1中のNi、Cu、Mo含有量は鉄粉中の重量%で示す。)

これら合金鋼粉に、表1に示す量のBを含む化合物粉と、表4に示す量のSを含む化合物粉と、黒鉛粉1.5wt%および潤滑剤を、実施例2に示す混合方法1A～5Aと同様の混合方法により混合粉とした。(なお、Bを含む化合物粉、Sを含む化合物粉、黒鉛粉の配合量は、鉄粉とBを含む化合物粉とSを含む化合物粉と黒鉛粉の合計量に対する重量%で示す。)

これらの混合粉を加工成形し成形体とした。

【0060】遊離黒鉛量及び摺動特性は、上記した混合粉を密度0.85g/cm<sup>3</sup>になるように加圧して、円柱状の成形体とし、RXガス(endothermic gas)雰囲気中で1130°C×20minの焼結処理により得た焼結体を用いて評価した。遊離黒鉛量は、この焼結体を用いて実施例1と同様に評価した。さらに、摺動特性は、上記した方法で得た焼結体から、内径10mmφ×外径20mmφ×高さ8mmの円筒状試験体を製作し、その円筒内に直径10mmのS45C製シャフトを孔壁とのクリアラン20μmで挿入した。そして、乾燥条件下で、シャフトを周速100m/minで回転させて、接触荷重を低荷重から段階的に増加させる方法で耐摩耗性試験を行い、シャフトと円筒内壁との焼付いたときの接触荷重をその焼結体の摺動特性とした。焼付いたときの接触荷重が大きいほど摺動特性が良好とした。

【0061】これらの結果を表4に示す。

【0062】

【表4】

焼結体No.	鉄素型合金鉄粉組成 (wt%)				混合物粉組成 (wt%)						遊離黒鉛量 wt%	摺動特性	混合方法	備考			
					B含有化合物 (B換算)			S含有化合物 (S換算)									
	Mn	Ni	Mo	Cu	H <sub>2</sub> BU <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ほう酸 チタニウム	BN	S	FeS	MnS						
4-1	0.08	4.00	0.50	1.50	0.10	—	—	—	0.09	—	0.02	1.20	7.00	1A	本発明例		
4-2	0.12	4.00	1.00	1.50	—	—	—	0.15	—	0.15	—	1.10	6.00	1A	本発明例		
4-3	0.15	4.00	1.50	2.00	—	0.08	—	—	—	—	0.20	1.15	6.00	1A	本発明例		
4-4	0.05	2.00	1.00	1.50	—	—	0.15	—	0.08	—	—	1.25	6.00	1A	本発明例		
4-5	0.07	2.00	0.50	1.50	—	—	—	0.20	—	—	0.10	1.20	6.00	1A	本発明例		
4-6	0.08	2.00	1.00	2.00	0.03	—	—	—	—	0.08	—	1.02	6.00	1A	本発明例		
4-7	0.08	4.00	1.00	1.50	0.005	—	—	—	—	—	—	0.10	0.30	1A	比較例		
4-8	0.10	4.00	1.00	1.50	—	—	—	—	0.01	—	—	0.05	0.20	1A	比較例		
4-9	0.42	4.00	1.00	1.50	—	0.20	—	—	—	0.10	—	0.08	0.50	1A	比較例		
4-10	0.12	4.00	1.00	1.50	—	—	—	0.15	—	0.15	—	1.30	8.00	2A	本発明例		
4-11	0.12	4.00	1.00	1.50	—	—	—	0.15	—	0.15	—	1.32	8.00	3A	本発明例		
4-12	0.12	4.00	1.00	1.50	—	—	—	0.15	—	0.15	—	1.31	8.50	4A	本発明例		
4-13	0.12	4.00	1.00	1.50	—	—	—	0.15	—	0.15	—	1.30	8.20	5A	本発明例		

【0063】表4より、本発明の粉末冶金用鉄基混合粉で製造した焼結体および本発明の方法で製造した焼結体(No.4-1～No.4-6、No.4-10～No.4-13)は、遊離黒鉛量が1.1%以上あり、焼付くときの接触荷重は6kgf/mm<sup>2</sup>以上と高い摺動特性を有している。このように、遊離黒鉛量が1%以上となると、摺動特性が段階的に向上する。これに対し、Sを含む化合物粉の配合量がなく、Bを含む化合物粉の配合量が少ない焼結体No.4-7、Bを含む化合物粉の配合量がなく、Sを含む化合物粉の配合量が少ない焼結体No.4-8、Mn量が高い焼結体No.4-9では、遊離黒鉛量が少なく摺動特性が低下している。なお、偏析防止処理を施した焼結体No.4-10～No.4-13は、遊離黒鉛量が

増加し摺動特性は向上している。

【0064】

【発明の効果】本発明によれば、焼結体の切削性、摺動特性が従来の鉄粉、混合粉を用いた焼結体にくらべ良くなる。また、本発明による焼結体から機械部品を製造すれば、機械部品の寸法精度が高まり、その寿命も延び、産業上、非常に有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】混合方法1Aによる混合粉の混合状態を示す概念図である。

【図2】混合方法2Aによる混合粉の混合状態を示す概念図である。

(11)

特開平10-280083

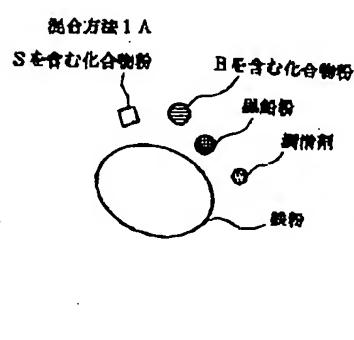
【図3】混合方法3Aによる混合粉の混合状態を示す概念図である。

【図4】混合方法4Aによる混合粉の混合状態を示す概念図である。

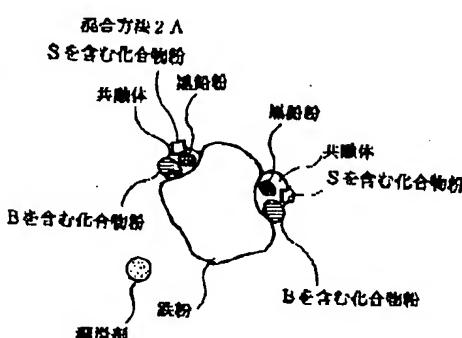
概念図である。

【図5】混合方法5Aによる混合粉の混合状態を示す概念図である。

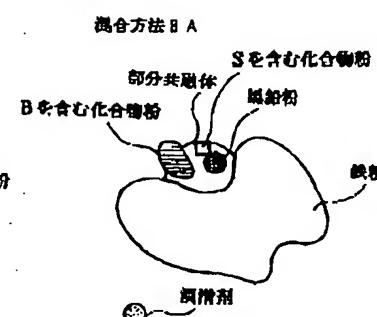
【図1】



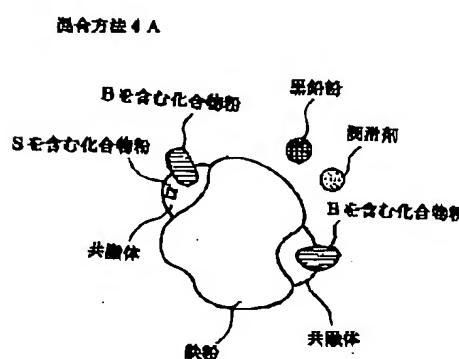
【図2】



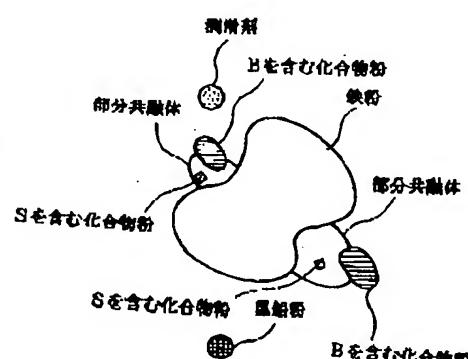
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 小倉 邦明

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製  
鉄株式会社技術研究所内

(72)発明者 藤長 政志

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製  
鉄株式会社千葉製鉄所内